

CLIPPEDIMAGE= JP02001004460A

PAT-NO: JP02001004460A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001004460 A

TITLE: METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING
TEMPERATURE AND
TEMPERATURE-SENSITIVE COATING

PUBN-DATE: January 12, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TSUJISHITA, MASAhide	N/A
WAKABAYASHI, TAKU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OSAKA GAS CO LTD	N/A

APPL-NO: JP11179829

APPL-DATE: June 25, 1999

INT-CL (IPC): G01K011/20;C09D005/26 ;C09K003/00 ;C09K009/00
;C09K009/02
;C09K011/73 ;C09K011/84

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an apparatus for measuring the
surface
temperature of an object based on the state of fluorescence being emitted

when
the surface of the object covered with a temperature-sensitive coating
containing a fluorescent substance and emitting temperature-dependent
fluorescence is irradiated with exciting light in which the surface temperature
of the object can be measured easily without requiring any extra measurement
for reference.

SOLUTION: The apparatus for measuring the surface temperature of an
object
comprises a light source 2 for irradiating the surface of an object 6 coated
with a temperature-sensitive paint 7 containing at least two kinds of
fluorescent substance emitting fluorescence having different temperature
dependence of fluorescence intensity at least two different wavelengths with
exciting light, means 3 for receiving emitted fluorescence, and means 5 for
calculating the surface temperature of the object based on the relation of
fluorescence intensity between at least two wavelengths of received
fluorescence.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-4460

(P2001-4460A)

(43) 公開日 平成13年1月12日 (2001.1.12)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テームト(参考)

G 0 1 K 11/20

G 0 1 K 11/20

4 H 0 0 1

C 0 9 D 5/26

C 0 9 D 5/26

4 J 0 3 8

C 0 9 K 3/00

C 0 9 K 3/00

Y

9/00

9/00

E

9/02

9/02

C

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平11-179829

(22) 出願日

平成11年6月25日 (1999.6.25)

(71) 出願人 000000284

大阪瓦斯株式会社

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

(72) 発明者 辻下 正秀

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

大阪瓦斯株式会社内

(72) 発明者 若林 卓

京都府京都市下京区中堂寺南町17 株式会

社関西新技術研究所内

(74) 代理人 100107308

弁理士 北村 修一郎 (外1名)

Fターム(参考) 4H001 CA01 XA08 XA15 XA16 XA17

XA38 XA39 XA57 YA63

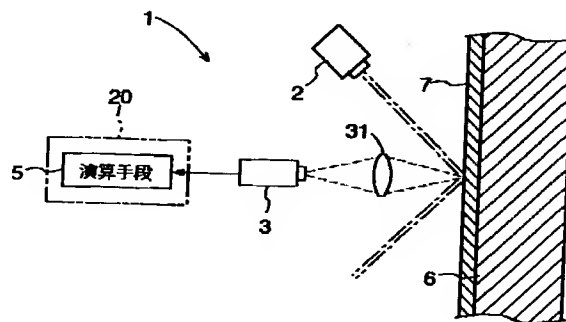
4J038 HA416 KA08

(54) 【発明の名称】 温度測定方法及び温度測定装置及び感温塗料

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、照射される励起光により蛍光を温度に依存して発する蛍光物質を含有する感温塗料7を物体6表面に被覆し、物体6表面に励起光を照射すると共に、発生する蛍光の状態から物体6表面の温度を求める温度測定装置1において、リファレンスを別途測定することなく簡易に物体の表面温度の測定を行なう技術を得ることを目的とする。

【解決手段】 互いに異なった少なくとも2つの波長において、蛍光強度の温度依存性が互いに異なる蛍光を発する少なくとも2種の蛍光物質を含有する感温塗料7を物体6表面に被覆し、励起光を物体表面に照射する光源2と、発生する蛍光を受光する受光手段3とを備え、受光される少なくとも2つの波長の蛍光強度の関係から、物体の表面温度を求める演算手段5を備えたことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 照射される励起光により、蛍光を温度に依存して発する蛍光物質を含有する感温塗料を、物体表面に被覆し、前記物体表面に前記励起光を照射すると共に、発生する蛍光の状態から物体表面の温度を求める温度測定方法であって、

互いに異なった少なくとも2つの波長において、蛍光強度の温度依存性が互いに異なる蛍光を発する少なくとも2種の蛍光物質を含有する感温塗料を前記物体表面に被覆し、

前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の関係から、前記物体の表面温度を求める温度測定方法。

【請求項2】 前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の比率を算出して、前記比率と温度の既知の関係に基づいて、前記物体の表面温度を求める請求項1に記載の温度測定方法。

【請求項3】 前記物体表面において二次元面内で設定される所定領域毎に、前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の関係から、前記所定領域の温度を求め、前記物体表面の表面の二次元的な温度分布を求める請求項1又は2に記載の物体の表面温度測定方法。

【請求項4】 照射される励起光により、蛍光を温度に依存して発する蛍光物質を含有する感温塗料を、物体表面に被覆し、前記物体表面に前記励起光を照射すると共に、発生する蛍光の状態から物体表面の温度を求める温度測定装置であって、

互いに異なった少なくとも2つの波長において、蛍光強度の温度依存性が互いに異なる蛍光を発する少なくとも2種の蛍光物質を含有する感温塗料を前記物体表面に被覆し、

前記励起光を前記物体表面に照射する光源と、

前記発生する蛍光を受光する受光手段とを備え、

前記受光される前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の関係から、前記物体の表面温度を求める演算手段を備えた温度測定装置。

【請求項5】 前記光源が、前記励起光を二次元的に物体表面に照射するものであり、

前記受光手段が、前記各蛍光物質から発せられる蛍光を二次元的に受光するものであり、

前記演算手段が、前記物体表面において二次元面内で設定される所定領域毎に、前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の関係から、前記所定領域の温度を求め、前記物体表面の表面の二次元的な温度分布を求める手段である請求項4に記載の温度測定装置。

【請求項6】 前記各蛍光物質から発せられる蛍光を分光する分光手段を備えた請求項4から5の何れか1項に記載の物体の表面温度測定装置。

【請求項7】 照射される励起光により、蛍光を温度に依存して発する蛍光物質を含有する感温塗料であって、

互いに異なった少なくとも2つの波長において、蛍光強

度の温度依存性が互いに異なる蛍光を発する少なくとも2種の蛍光物質を含有した感温塗料。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、物体の表面温度を測定する技術に関し、特に、サーモグラフィックフォスファール法（TP法）を利用した物体の表面温度測定方法及び表面温度測定装置及びそれに利用される感温塗料に関するものである。

10 【0002】

【従来の技術】TP法とは、蛍光強度等（例えば、最大蛍光強度）の蛍光特性が、強い温度依存性を示す特殊な蛍光物質を用いて、物体の表面温度を測定する方法である。前記TP法を用いて物体の表面温度を測定する場合には、表面温度を測定する対象となる物体の表面に、使用目的に合わせて任意に選択した前記蛍光物質とバインダとの混合物を塗布する。この蛍光物質は、蛍光強度と温度との相対的な関係が明らかにされているので、ある温度（以下、「基準温度」と言う。）における蛍光強度が明らかになれば、前記基準温度における蛍光強度をリファレンスとして、前記蛍光強度と温度との相対的な関係式を、前記物体の表面に塗布された状態における現実の測定環境条件に適合した関係式に較正することが出来る。そのため、前記リファレンスを得るために、従来、前記物体を基準温度に保持した状態で、前記蛍光物質を励起させる励起光を前記物体の蛍光物質塗布面に照射し、前記蛍光物質から発せられた蛍光強度を測定する必要がある、このリファレンスを得た後に、測定条件における蛍光強度を測定する必要がある。

30 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記物体が同一温度条件に暴露されていても、当然のことながら、前記塗布面における蛍光物質の塗布厚が変化したり、前記塗布面に塗りむらが生じると、蛍光強度が変化することとなる。さらに、励起光の強度が変化すると、蛍光強度も変化し、例えば、パルスごとに強度のばらつきが生じるレーザー光を利用する場合、このレーザー光自信の強度も規格化する必要があった。従って、従来のTP法においては、正確な表面温度測定を期すために、サンプル毎、又は、二次元解析であれば各測定点毎に、リファレンス（基準温度における蛍光強度或いは 特定時刻における蛍光強度）を別途測定して較正を行なう必要があり、測定操作及びデータ 処理が煩雑になるという問題点があった。

【0004】従って、本発明の目的は、上記欠点に鑑み、リファレンスを別途測定することなく、簡易に物体の表面温度の測定を行なう技術を得ることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため

の本発明に係る物体の表面温度測定方法の特徴は、照射される励起光により、蛍光を温度に依存して発する蛍光物質を含有する感温塗料を、物体表面に被覆し、前記物体表面に前記励起光を照射すると共に、発生する蛍光の状態から物体表面の温度を求める温度測定方法であって、請求項1に記載されているように、互いに異なった少なくとも2つの波長において、蛍光強度の温度依存性が互いに異なる蛍光を発する少なくとも2種の蛍光物質を含有する感温塗料を前記物体表面に被覆し、前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の関係から、前記物体の表面温度を求める。また、請求項2に記載されているように、前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の比率を算出して、前記比率と温度の既知の関係に基づいて、前記物体の表面温度を求めることが好ましい。更に、このような物体の表面温度測定方法において、請求項3に記載されているように、前記物体表面において二次元面内で設定される所定領域毎に、前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の関係から、前記所定領域の温度を求め、前記物体表面の表面の二次元的な温度分布を求めることもできる。

【0006】又、この目的を達成するための本発明に係る物体の表面温度測定装置の特徴構成は、請求項4に記載されているように、互いに異なった少なくとも2つの波長において、蛍光強度の温度依存性が互いに異なる蛍光を発する少なくとも2種の蛍光物質を含有する感温塗料を前記物体表面に被覆し、前記励起光を前記物体表面に照射する光源と、前記発生する蛍光を受光する受光手段とを備え、前記受光される前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の関係から、前記物体の表面温度を求める演算手段を備える。また、請求項5に記載されているように、前記光源が、前記励起光を二次元的に物体表面に照射するものであり、前記受光手段が、前記各蛍光物質から発せられる蛍光を二次元的に受光するものであり、前記演算手段が、前記物体表面において二次元面内で設定される所定領域毎に、前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の関係から、前記所定領域の温度を求め、前記物体表面の表面の二次元的な温度分布を求める手段であることができる。更に、上記構成において、請求項6に記載されているように、前記各蛍光物質から発せられる蛍光を分光する分光手段を備えことができる。

【0007】又、この目的を達成するための、本発明に係る物体の表面温度測定に利用される感温塗料は、請求項7に記載されているように、照射される励起光により、蛍光を温度に依存して発する蛍光物質を含有する感温塗料であって、互いに異なった少なくとも2つの波長において、蛍光強度の温度依存性が互いに異なる蛍光を発する少なくとも2種の蛍光物質を含有している。そして、これらの作用効果は、以下の通りである。

【0008】本発明に係る物体の表面温度測定方法は、TP法に基づくものであって、温度に依存して蛍光の強

度が変化する蛍光物質で被覆した物体表面に、前記蛍光物質を励起する励起光を照射して得られる蛍光の特性に基づいて温度を算出する方法である。前記蛍光物質から発せられる蛍光の蛍光強度は、同一温度においては、照射する励起光の強度に比例して蛍光強度が増減する。しかし、本発明においては、物体表面に塗布する感温塗料として、互いに異なった少なくとも2つの波長において、蛍光強度の温度依存性が互いに異なる蛍光を発する少なくとも2種の蛍光物質を含有したものを使用しており、少なくとも2つの波長の蛍光強度の関係は、励起光の強度や感温塗料の塗布状態等に依存すること無く、温度のみに依存するものとなるので、コンピュータ等の演算手段によって、簡単に物体の表面温度を求めることができ、較正のために測定温度とは異なる基準温度においてリファレンスを測定する必要はない。また、前記少なくとも2つの波長の蛍光強度は、受光される蛍光をスペクトル分析によって、それぞれ求めることができるが、分光器やフィルタ等を用いて、別々に受光して蛍光強度を求めることもできる。

【0009】また、このような物体の表面温度測定方法は、前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の比率を算出して、この比率と温度の既知の関係に基づいて、前記物体の表面温度を算出することで容易に行える。ここで、前記少なくとも2つの波長の蛍光強度の比率と温度の関係は、上記の2種以上の蛍光物質を調合して感温塗料を作成した際に予め求めることができ、この感温塗料を物体に塗布する際の塗布厚や塗り斑等に依存することが無く、測定の際に、基準温度におけるリファレンスを測定する必要が無い。従って、測定対象となる物体の表面に、前記2種以上の蛍光物質とバインダとの混合物の感温塗料を塗布した後に、異なる波長の蛍光における蛍光強度の比率を算出し、前記比率と、既知の比率と温度の関係と比較することによって、前記物体の表面温度を算出することが出来る。このようにして、本発明に係る物体の表面温度測定方法では、一度の測定操作で温度を算出することが出来るので、測定時間を短縮することが出来る上に、データ処理を簡便に行なうことが出来る。

【0010】そして、本発明の温度測定装置においては、光源から、本発明の特徴である前記感温塗料で被覆した物体表面に対して、レーザー光等の励起光を照射し、受光手段によって、少なくとも2つの波長において、蛍光強度の温度依存性が互いに異なる蛍光を得ることができ、演算手段によって、前記それぞれの波長の蛍光強度の関係に基づいて、物体の表面温度を測定することができ、基準温度条件でのリファレンスの測定を必要としない表面温度測定装置を構成することができる。

【0011】また、二次元的な測定を行なうにあたって、従来手法によれば、演算量が比較的多くなるが、本願手法においては、簡易に物体の表面温度の測定を行なうことが出来る。前記励起光を二次元的に物体表面に照

射して、前記各蛍光物質から発せられる蛍光を二次元的に受光し、前記受光した各蛍光の蛍光強度の分布をそれぞれ二次元的に測定し、二次元面内で設定される所定領域毎に表面温度を求め、物体の表面温度の分布を二次元的に測定できる。この場合においては、受光手段として、色を識別して計測するカラー画像検出器を用いることで、波長が異なる各蛍光の蛍光強度の分布を検出することができる。また、光源としては、紫外線ランプやレーザー光を拡大光学系により広げて物体表面に照射することができ、均一に感温塗料を励起することができる。

【0012】また、物体表面から発せられる異なる波長の蛍光を、前記少なくとも2つの波長ごと分光して受光することができ、スペクトル分析等を行うことなく、簡単に前記蛍光強度の関数に基づいて、物体の表面温度を求めることができる。このような分光手段としては、カラーフィルタや分光器を用いることができる。

【0013】そして、請求項7に記載した感温塗料を使用することで、本願手法によって、物体の表面温度測定を実現することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1に示す本発明に係る物体の表面温度測定装置1は、照射される励起光により、蛍光を温度に依存して発する蛍光物質で被覆した物体表面に前記蛍光物質を励起する励起光を照射して得られる蛍光の特性に基づいて、温度を算出する装置である。前記物体6の表面温度測定装置1は、前記蛍光物質とバインダとの混合物である感温塗料7で被覆した物体6の表面に対して、波長が355nmのレーザー光を励起光として照射する光源2と、感温塗料7から発せられ、レンズ31によって集光された蛍光を受光する受光手段3とを備えており、その受光される蛍光強度に基づいて物体6の表面温度を算出する演算手段5を有するコンピュータ20を備えている。

【0015】ここで、感温塗料7は、互いに異なった波長において、蛍光強度の温度依存性が互いに異なる蛍光を発する2種の蛍光物質として、上記の波長が355nmのレーザー光照射時に、図2(イ)に示すように、波長が445nm付近の青色の蛍光を発し、その蛍光強度が温度によって変化する $\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$ (以下、青色蛍光物質と称す)と、図2(ロ)に示すように、波長が626nm付近の赤色の蛍光を発し、その蛍光強度が温度によって変化する $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ (以下、赤色蛍光物質と称す)とを含有している。

【0016】即ち、このような感温塗料7に、光源2から波長が355nmのレーザー光を照射すると、図2に示す、青色蛍光物質が発する蛍光と赤色蛍光物質が発する蛍光を受光手段3によって受光し、コンピュータ20によってスペクトル分析を行い、それぞれの波長の蛍光強度を測定することができる。

【0017】このそれぞれの蛍光強度の値は、光学系の環境、例えば、レーザー光の強度や、照射状態によって変化する。しかし、本発明者らは、この2つの波長の蛍光強度の比率はそれらの光学系の環境に依存すること無く、図3に示すように、一定の関数を示すことを見出した。この異なる2波長の蛍光強度の比率と温度の既知の関数に基づいて、物体6の表面温度を測定する方法を発明した。即ち、実験等で、予め、図3に示すような、蛍光強度の比率と物体表面温度の関数求めて、コンピュータに記憶させ、コンピュータ20によって得られたそれぞれの蛍光の強度の比率を演算手段5において求め、例えば、その比率が0.1のときに、図3により、物体の表面温度が221℃となり、上記のあらかじめ記憶している関数に基づいて、物体6の表面温度を求めるのである。

【0018】このようにして、物体の表面温度を求めることによって、レーザー光の強度の変化等に伴った蛍光強度の変化を補正すべく、基準温度条件におけるリファレンスを採用する必要がなくなり、感温塗料7に含有している異なる波長の蛍光強度の温度依存性が互いに異なる蛍光を発する少なくとも2種類の蛍光物質が発するそれぞれの蛍光の強度比率と、温度の関数を予め求めておくことで、測定時において、この関数と、測定した比率を比較することで物体の表面の温度を測定することができる。

【0019】〔別実施の形態〕以下、別実施の形態として、測定対象となる物体表面を二次元的に解析可能な表面温度測定装置1を例に挙げて説明する。図4に示す、表面温度測定装置1は光源2から放射されるレーザー光を感温塗料7の表面に二次元的に広げて照射するための凹レンズ21を備え、感温塗料7の照射部から発せられる蛍光を検出する為に、デジタルカメラ等の画像検出器31を備えている。この画像検出器31は、上記照射部を二次元的に画像データとしてコンピュータ20に検出することができ、コンピュータ20によって、その画像データから、上記青色の蛍光の強度と赤色の蛍光強度をそれぞれ二次元的に測定することができる。このそれぞれの蛍光強度の二次元データの、例えば最小検出画素ごとの比率を演算手段5において測定し、上記の実施例に示したように、図4に示す比率と表面温度の関数に基づいて、物体表面温度を算出することができ、この算出された温度を二次元的な温度分布の画像データとしてディスプレイ等(図示省略)に出力する。

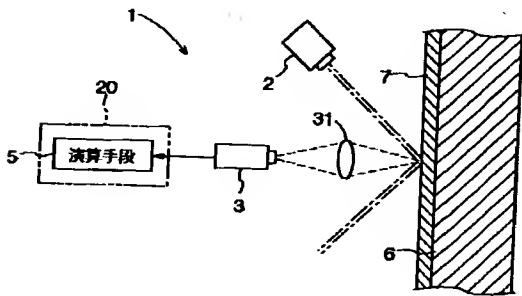
【0020】〔別実施形態〕以下に別実施形態を説明する。上記の実施の形態において、感温塗料7に含有される蛍光物質の組み合わせとして、その蛍光強度に温度依存性を有する青色の蛍光を発する $\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$ (以下、青色蛍光物質と称す)と、その蛍光強度に温度依存性を有する赤色の蛍光を発する $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ (以下、赤色蛍光物質と称す)との場合を説明した

が、この組み合わせとは別に、上記青色蛍光物質とベリレン、上記青色蛍光物質と $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 、上記青色蛍光物質とローダミンB等の蛍光物質の組み合わせにおいて、感温塗料を構成することができ、本願の目的である、リファレンスの測定を必要としない表面温度測定が可能となる。

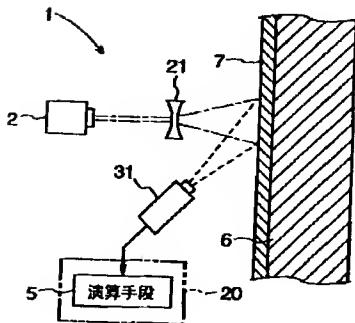
【0021】また、上記の実施の形態において、コンピュータ20によって、蛍光のスペクトル分析を行い、それぞれの蛍光の強度を測定する構成を示したが、別に、感温塗料から発せられる蛍光をカラーフィルタや分光器によって分光し、それぞれの蛍光を別々に受光し、それぞれの蛍光強度を測定することができる。

【0022】上記の実施の形態において、それぞれの蛍光物質の蛍光強度を測定するに、それぞれの蛍光物質が、最高蛍光強度に温度依存性を有するので、その最高蛍光強度を測定したが、別に、温度依存性を有する波長帯の任意の波長において、蛍光の強度を測定すれば良

【図1】



【図4】



く、測定されたそれぞれの蛍光の強度の関係に基づいて、物体の表面温度を測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る物体の表面温度測定装置の概要を示す図

【図2】蛍光物質が発する蛍光の蛍光強度の温度依存性を示す図

【図3】蛍光強度比率と温度の関係を示す図

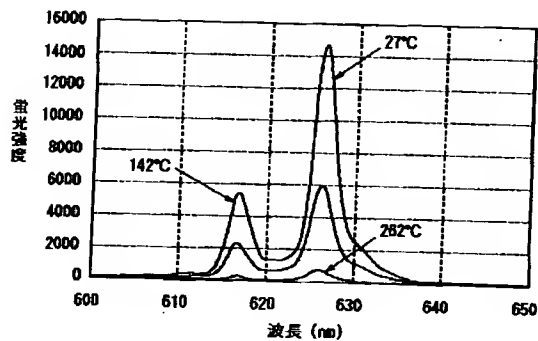
10 【図4】本発明に係る物体の表面温度測定装置の別実施の形態を示す図

【符号の説明】

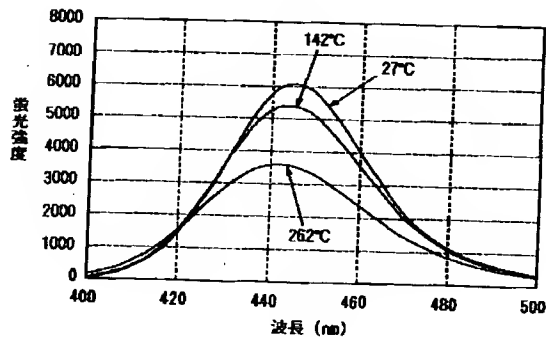
- 1 表面温度測定装置
- 2 光源
- 3 受光手段
- 5 演算手段
- 6 物体
- 7 感温塗料

【図2】

(イ)



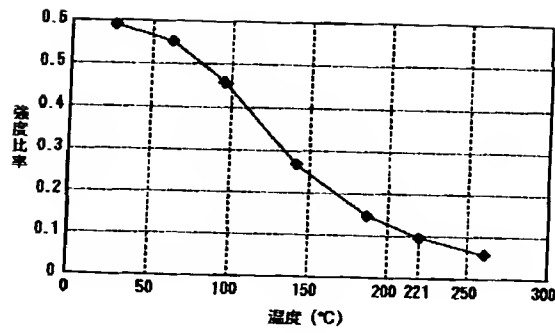
(ロ)



(6)

特開2001-4460

【図3】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

C09K 11/73
11/84

識別記号

CPX
CPD

FI

C09K 11/73
11/84

テームド(参考)

CPX
CPD